

기후변화가 과수 재배에 미치는 영향

서형호*, 김점국
농촌진흥청 원예연구소

Cultivation of fruit trees in Korea under the changing climate

Hyeong-Ho Seo*, and Jeom-Kuk Kim

National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 440-706, Korea

1. 서론

과수의 종류는 지역에 따라 그 재배종이 분리되는 것이 일반적이다. 이것은 각각의 과종이 요구하는 기온대가 서로 다르기 때문이다 (임 등, 1990). 과수는 다른 작물에 비해 특히 온난화 영향을 받기 쉬운데 그 주된 이유는 재자리에서 경제수령까지 재배되는 영년생 작물이라는 점과 생산물의 품질이 중시된다는 점이다. 대부분의 작물이 기후변화의 영향을 완화하는 수단으로 작기를 조절하는 방법을 이용한다. 그러나 과수는 인위적인 작기 조절이 불가능하며, 생육기뿐만 아니라 휴면기까지도 명확한 온도 반응이 있어서 온난화의 영향을 연중 받게 된다. 더 나아가 저장 양분 등 전년도의 기상에 대한 영향이 다음해에 나타나는 경우도 많아서, 기상변동의 영향이 지속적으로 과수의 수체 내에 축적해 간다고 해도 과언이 아니다. 기상조건이 과실의 품질에 끼치는 영향 또한 상당히 복잡하다. 과실 비대, 성숙, 착색, 과형, 당도, 산도 등 각각의 품질요소가 개별적으로 기상의 영향을 받는다 (Jang 등 2002; 서, 2002; Westwood, 1993). 기상요소의 밸런스가 좋지 않아 어느 한가지의 품질요소가 나빠지면, 바로 생산된 과실의 품질 저하로 이어지므로 기후변화는 고품질 과실을 생산할 수 있는 기후조건을 좁혀 버린다. 이것은 기후변화가 기후적 재배적지의 변화를 가져올 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 본 연구에서는 기후변화가 장차 과수재배에 미칠 영향을 파악하기 위해서 사과와 배의 품질예측모델을 이용하여 향후 사과와 배의 기후적 재배적지 변화를 예측하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

우리나라의 대표적인 과수인 사과와 배의 만개기 변화를 알아보기 위해서 (사)한국농림기상학회에서 제작한 1941-1970년과 1971-2000년 평년기후도 (해상도 270m)를 배경으로 하여 월별 평균기온값을 사과 '후지'와 배 '신고'의 DVR(development rate), DVS(development stage) 계산식 (임 등, 1990)에 넣어 만개기를 추정하고 비교 분석하였다.

$$\text{'Fuji' apple: } DVR_t = \left\{ \frac{1}{95.6 - 4.5t} \right\} \times 100 \quad DVS = \sum_{i=1}^n DVR_i \quad (1)$$

$$\text{'Niitaka' pear: } DVR_t = \left\{ \frac{1}{107.94 \times 0.9^t} \right\} \times 100 \quad DVS = \sum_{i=1}^n DVR_i \quad (2)$$

t = daily mean temperature

기온상승에 따른 과수의 기후적 재배적지 변동을 분석하기 위해서 1971-2000년 평년기후 값 중 과수의 생육기인 4월에서 10월의 월별평균값을 취하여 생육기 평균기후도를 제작하고 (해상도 270m)를 이것을 배경으로 사과 '후지'의 기후적 품질판정모형 (서, 2002) 중 과피 착색 판정모형을 대입하여 평년 생육기 '기후적 재배적지 분포도'를 만들었다. 여기에 다시 생육기 평균기온을 상승시켜가면서 재배적지의 변동을 분석하였다.

$$\text{Hunter A value} = 49.1 - (1.8 \times T_{avg10}) \quad (3)$$

T_{avg10} = monthly average of daily mean temperature in October

3. 결과 및 고찰

과수 생육단계 중 개화기는 가장 정확히 생육기 변화를 살펴볼 수 있는 지표라고 할 수 있다. 개화기는 관찰이 용이하고 모델화가 가장 잘 되어있기 때문이다. Fig. 1은 사과 '후지'와 배 '신고'의 1941-1970년과 1971-2000년 평년기온값에 대한 만개기 분포를 나타내었다. 사과와 배 모두 1941-1970년에 비해 1971-2000년이 전반적으로 만개기가 빨라진 것을 알 수 있다. 특히 대도시를 중심으로 만개기가 빨라졌으며, 전국적으로 보아 남해안과 동해안지역의 만개기가 빨라진 것을 알 수 있다. 이것은 도시의 확장에 의한 열섬효과와 기온의 상승효과가 산악지역이 많은 내륙지역보다는 바다를 접한 해안지역이 크기 때문으로 생각된다. 이러한 개화기의 변화는 과수의 전반적인 생육기를 앞당겨서 때로는 서리 피해 등 자연 재해에 노출되는 기간과 지역을 변화시켜서 생산성에 영향을 줄 수 있으며, 나아가 숙기와 저장력까지 영향을 미칠 수 있을 것으로 여겨진다 (Jang 등, 2002).

Fig. 2는 사과 '후지'의 기후적 적지판정 모형을 이용하여 작성한 기온 상승정도별 적지변동 예측도이다. 이 예측도는 사과 '후지'의 품질판별 기준 중 가장 뚜렷한 특징을 가지고 있는 착색을 기준으로 하였다. 착색은 Hunter a 값을 기준으로 하여 5등급으로 분류하고, 정밀기후도의 각 셀의 기후 값 중 사과 생육기 4월~10월의 평균기온을 구하고 이 값을 적지판정모형으로 산출한 결과치를 다시 각 등급에 해당되는 색으로 표출한 것이다. 1등급 또는 2등급에 해당되는 지역이 최상의 착색을 발현하기에 유리한 지역이라고 할 수 있다. 그림 1의 상단 좌측의 예측도는 평년 생육기의 착색으로 본 사과의 기후적 재배적지를 나타낸 지도로 현재의 재배적지로 볼 수 있다. 남부지방과 일부 해안지대, 그리고 내륙 평야지대와 대도시 인근지역을 제외하고 상당히 많은 지역이 사과의 적지에 해당되는 것을 알 수 있으며, 실제 현재 사과의 주산지들이 대부분 포함된 것을 알 수 있다. 그러나 생육기 기온이 상승함에 따라 남쪽에서 북쪽으로, 해안에서 내륙으로, 평지에서 산지로, 도시의 중심에서 외곽으로 재배적지가 점차 축소되는 것을 볼 수 있다. 또한 매우 추운지역인 산간지가 점차 적합한 지역으로 변해가는 것을 알 수 있다. 사과 생육기 평균기온이 3℃ 정도 상승하면, 대부분의 지역이 사과 재배에 적절하지 않는 것으로 표출되어 있다. 기상청 자료에 의해 분석해 보면, 생육기 평균기온이 3℃ 정도 상승하려면, 지금과 같은 추세로 약 2040년 이후가 될 것으로 판단된다. 만일 이 재배적지 변동 예측이 정확하다면, 향후의 사과 재배를 위해서 상품성 향상을

위한 새로운 재배방법 개발이 필요하며, 적 품종의 육종과 선택이 필요할 것으로 생각된다.

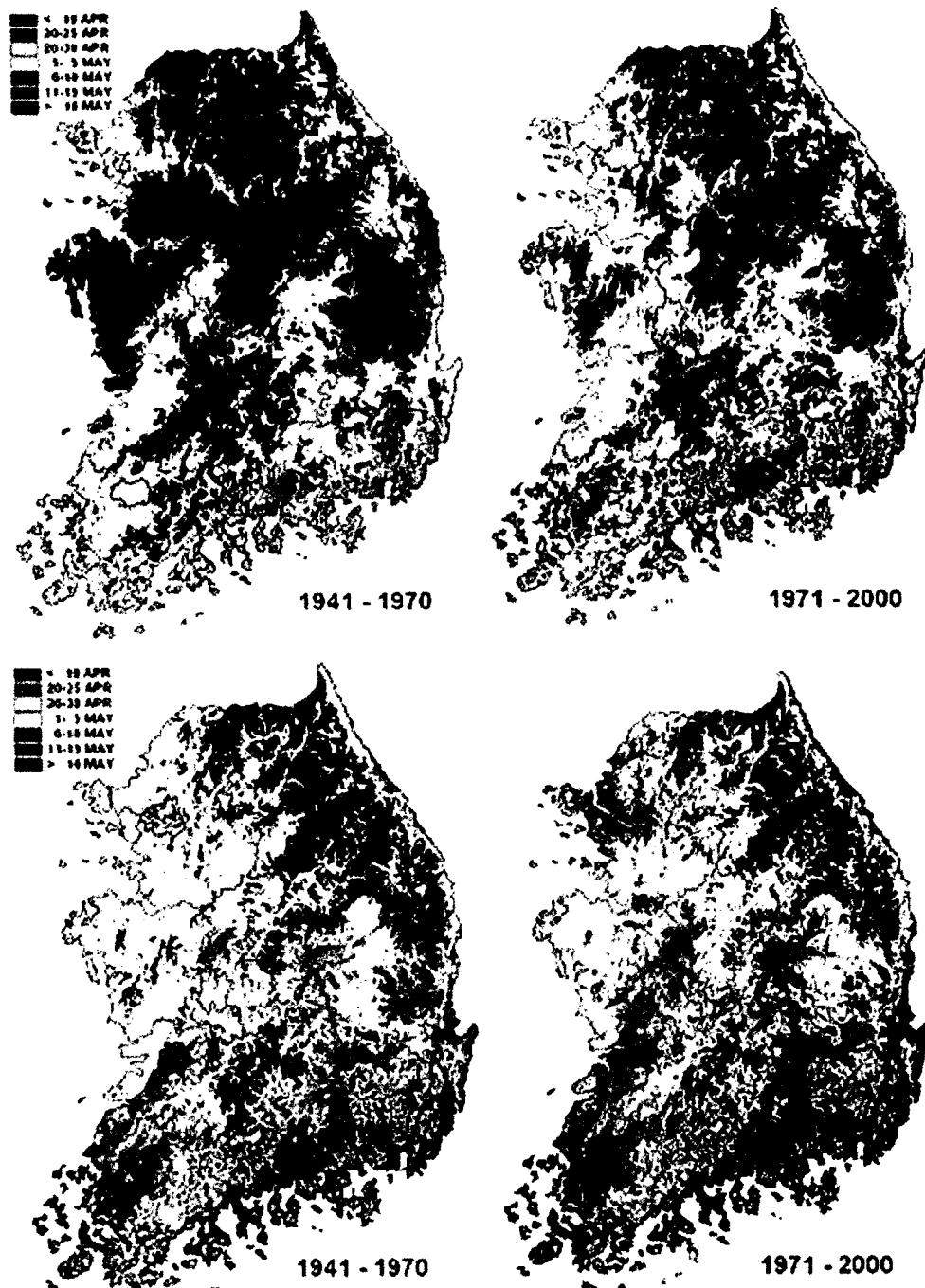


Fig. 1. Spatial distribution of full bloom stage of 'Fuji' apple (above) and 'Niikata' pear (below) using DVR and DVS equation in climatological normal year estimated.

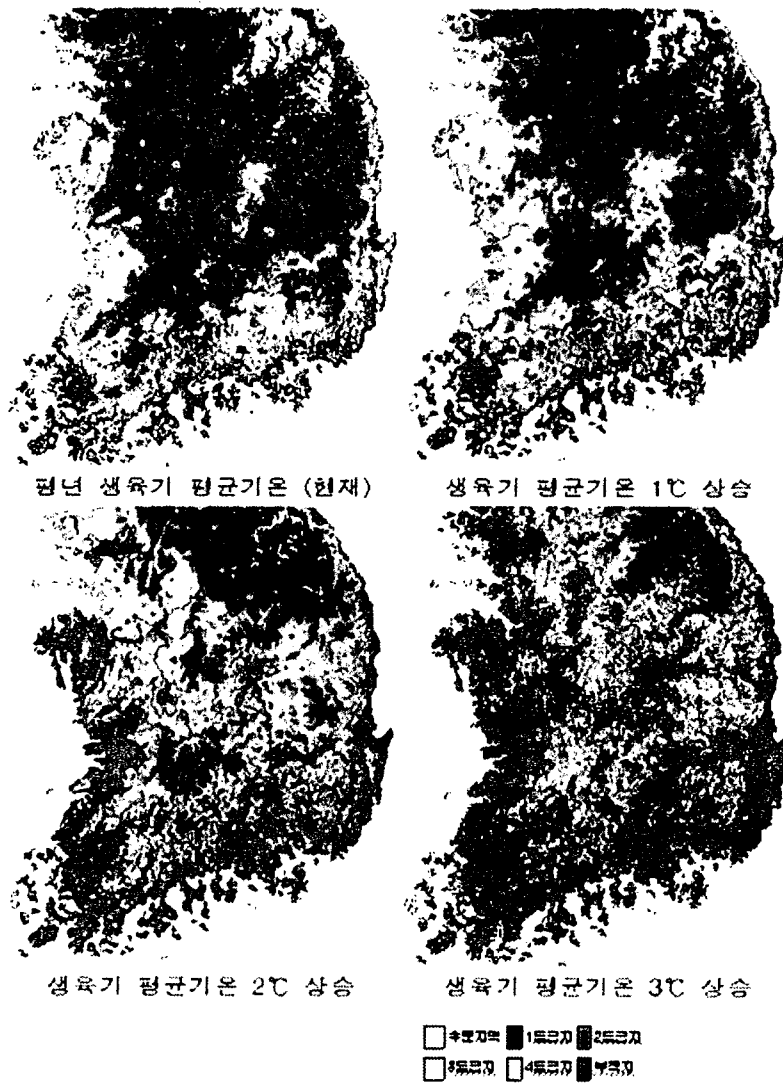


Fig. 2. Geographic shift according to the projected warming and agroclimatic zoning model in 'Fuji' apple.

4. 인용 문헌

Jang, H. I., H. H. Seo and S. J. Park, 2002: Strategy for Fruit Cultivation Research under the Changing Climate. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 20(3), 270-275.

Westwood, M. N. 1993. *Temperate-zone Pomology, Physiology and Culture* (3rd ed.). p254-274.

서형호. 2002. 고품질 사과생산을 위한 재배적지 세분화. 원예연구소 2002년도 원예 시험결과보고서(CD). 상록사.

임정남 등. 1990. 주요 과수 재배지대의 기후특성. 농촌진흥청 농업기술연구소